Методика оценки целесообразности применение возобновляемых источников энергии с учетом прогноза развития углеродных налогов в России

Стройков Г.А., аспирант кафедры Организации и управления,
Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург

Аннотация. В статье представлены результаты исследования проблемы целесообразности использования возобновляемых источников энергии на горных предприятиях в условиях ограничений на выбросы углекислого газа. В результате работы был произведен анализ факторов и критериев влияния на возможность и целесообразность внедрения ВИЭ в системы энергообеспечения удаленных объектов горной промышленности, а также разработана модель экономической оценки целесообразности использования возобновляемых источников энергии с определением потенциала внедрения подобных технологий на промышленных объектах на территории Российской Федерации.

Ключевые слова: углеродный налог, возобновляемые источники энергии, солнечная энергия, ветряная энергетика, энергоэффективность, ресурсосбережение.

The method of assessing the feasibility of renewable energy sources application taking into account the forecast of carbon tax development in Russia

Stroykov G.A., postgraduate, department of Management and organization,
Saint-Petersburg Mining University, Saint Petersburg

Annotation. The article presents the results of a study of the problem of the feasibility of using renewable energy sources at mining enterprises in conditions of restrictions on carbon dioxide emissions. As a result of the work, an analysis was made of the factors and criteria of influence on the possibility and feasibility of

implementing renewable energy sources in energy supply systems for remote mining facilities, and a model of economic assessment of the feasibility of using renewable energy sources was developed, with the definition of the potential for the introduction of such technologies in industrial facilities in the Russian Federation.

Keywords: carbon taxes, renewable energy sources, solar energy, wind energy, energy efficiency.

Актуальность создания автономных энергосистем на базе ВИЭ обусловлена необходимостью оптимизации затрат при энергообеспечении объектов горнопромышленного комплекса, расположенных вне систем центрального энергообеспечения, требованиями законодательства в части энергосбережения и повышения эффективности использования природных ресурсов и возможных налоговых ограничений на выбросы CO_2, а также требованиями импортозамещения изделий зарубежных производителей современными энергоустановками российского производства.

Из-за огромного разнообразия климатических условий Российской Федерации, обширной территории и географической удалённости ряда промышленных предприятий и населённых пунктов от крупных производителей электроэнергии, задача распределённой генерации с использованием местных, локальных возобновляемых источников энергии приобретает стратегическую важность. Данная задача не может быть решена без единой последовательной и в то же время гибкой политики, проводимой государством на всех уровнях в тесном сотрудничестве с экспертным сообществом и опорой на лучший зарубежный опыт.

Вопрос выбора наиболее результативного механизма поддержки ВИЭ стал актуальным для России: с 2013-го г. после долгого периода неопределенности наша страна сделала первые практические шаги в развитии возобновляемой энергетики. Принципиальное решение о поддержке ВИЭ закреплено в «Энергетической стратегии-2035».

Снижение стоимости возобновляемых источников энергии, а также доказанная надежность вызывают интерес горнодобывающих компаний во всем мире. Мировой опыт применения систем энергообеспечения на основе ВИЭ на горных предприятиях, доказывает их технологическую и экономическую целесообразность применения.

В горнодобывающем секторе используется 11% всей мировой энергии. В среднем, затраты на энергию составляют 15% от общей стоимости производства. При добыче металлов этот показатель возрастает до 20-40%. Уже больше 20 горнодобывающих компаний представлены в области использования возобновляемых источников энергии для производства энергии на своих рудниках. Согласно исследованиям, текущая установленная мощность ветряных и солнечных установок для горнодобывающих компаний составляет 943 МВт.

Одним из главных регионов для развития возобновляемых источников энергии является Дальний Восток. На территории Дальнего востока зафиксировано 984 компании, связанные с горнодобывающей и перерабатывающей деятельностью. Огромная часть месторождений находятся на весьма удаленном расстоянии от энергосетей и объектов энергогенерации, в связи с чем, многие компании, для обеспечения своих предприятий энергией, используют собственные автономные дизельные электроустановки различных мощностей. Что приводит к целому ряду дополнительных технологических операций, в виде постоянного подвоза дизельного топлива, и как следствие удорожанию себестоимости продукции. На данный момент стоимость дизельного топлива равна 40-70 тыс. рублей за тонну, а себестоимость электроэнергии в этих районах достигает более 100 рублей за 1 кВт.ч. Все эти проблемы связаны в первую очередь с особенностями энергетики региона.

При создании модели прогноза экономической эффективности, учитывающую возможные технологические и институциональные изменения первым делом были определены и описаны факторы, критерии и их параметры

с распределением значимости (веса) каждого из значений, взаимосвязи и зависимости.

На первом этапе - Возможность применения технологий энергообеспечения на основе ВИЭ в определенных географических условиях, рассматривается географический фактор (Ф.1), описываемый двумя критериями: климатический (К1.1) и территориальный (К1.2) Каждый из критериев описывается рядом параметров (П1.1.1-П1.2.3): количество солнечной радиации; поступающей на поверхность, среднесуточная продолжительность световой активности; показатели ветровой активности; различные погодные и метеорологические условия; удаленность от других систем энергообеспечения; степень доступной площади; степень развитости инфраструктуры. Результирующим параметром этого фактора является показатели выходной мощности в конкретной точке расположения объекта. В рамках предлагаемой модели оценка параметров выходной мощности происходит благодаря ресурсу Renewables.ninja. – данный ресурс позволяет выполнить моделирования уровня выходной мощности от ветряных и солнечных электростанциях, расположенных в любой точке мира. Достоверность обеспечивается благодаря данным из глобальной модели реанализа и спутниковых наблюдений (NASA MERRA reanalysis, CM-SAF's SARAH dataset).

На втором этапе (целесообразность) рассматривается технологический фактор (Ф.2) и экономический (Ф.3). Технологический фактор описывается критерием Необходимые условия по проекту (К 2.1.), включающий в себя 4 параметра (П 2.1.1-П 2.1.4), но при этом существуют еще 2 критерия влияния на принятие решение (прогнозные изменения)- К 2.2-К 2.3, описанные рядом параметров. При рассмотрении экономического фактора, критериями принятия решения является CAPEX и OPEX (К 3.1-К 3.2), т.е. производиться расчет показателей по капитальным и эксплуатационным затратам. Критерий К 3.3 (ЧДД, ИД, срок окупаемости) является критерием по которому будет производиться сравнительный анализ между показателями экономической

эффективности энергообеспечения на основе ВИЭ и традиционны источников. Принципиальным решением оценки данного фактора является система оценки экономической эффективности проекта:

Для расчета ЧДД по базовому проекту внедрения оборудования на основе ВИЭ была использована следующая формула

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^{T} \frac{\left(\text{Э}_{\text{эз}\,t} - \text{З}_{\text{э}} + \text{Н}_{\text{и}}\right) - \text{Н}_{\text{пр}} + \text{А} - \text{К} + \text{Л}}{(1+r)^{t}} \qquad (1)$$

где Ээз – экономия затрат на эксплуатацию старого оборудования (ДЭС), *Зэ* – эксплуатационные затраты нового оборудования, *Ни* – налоговая экономия по налогу на имуществу (t=1-3), *Нпр* – увеличение налога на прибыль, *А* – амортизационные отчисления, *К* – капитальные затраты, *Л* – ликвидационная стоимость продаваемого оборудования, *r* – ставка дисконтирования, *t* – год реализации проекта.

Следующим этапом модели является подстановка так называемых Блоков условий 1 и 2 , в которых учитываются прогнозные изменения в институциональной среде, т.е. возможные варианты государственных ограничений связанных с выбросами CO_2, а также технико-экономических показателей оборудования на базе ВИЭ, предполагающее снижением стоимости изготовления оборудования и, как следствие, инвестиционных затрат на единицу установленной мощности.

В модели в качестве государственного регулирования выбросов CO_2 была использована предложенная система ускоренного перехода предприятий к низкоуглеродной энергии, с применением ставки налога в 15 $/ т. CO_2 эквивалента, установки целевого показателя сокращения выбросов на 10% и предоставления «свободных сертификатов» за перевыполнения данного показателя. Расчет показателя ЧДД осуществляется следующим образом:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^{T} \frac{\left(\text{Э}_{\text{эз}\,t} - \text{З}_{\text{э}} + \text{Н}_{\text{и}} + \text{Н}_{\text{CO2}} + \text{С}_{\text{зс}}\right) - \text{Н}_{\text{пр}} + \text{А} - \text{К} + \text{Л}}{(1+r)^{t}} \qquad (2)$$

где $Нco_2$ – экономия от налога на CO_2; *Сзс* – стоимость зеленых сертификатов.

При оценке с учетом Блока 2 – изменения технико-экономических показателей оборудования, происходят изменения значения капитальный затрат, и необходимо использовать показатель *Кпр t* – стоимость капитальных затрат с учетом прогноза изменения стоимости в будущем.

На третьем этапе осуществляется переоценка экономической эффективности проекта с учетом изменений прогнозных факторов и сравнительный анализ результатов по итогам которого происходит выбор итогового варианта и принятие решения о целесообразности использования систем энергообеспечения на базе ВИЭ.

Блок-схема модели прогноза экономической эффективности, учитывающую возможные технологические и институциональные изменения представлена на рисунке 1.

Пример оценки был произведен на базе проекта золоторудного месторождения «Светлое» АО «Полиметалл». Лицензионный участок расположен в Охотском районе Хабаровского края в 240 км к юго-западу от ближайшего населенного пункта – районного центра пос. Охотск.

Структура затрат проекта «Светлое», при имеющийся системе энергоснабжения выглядит следующим образом: Установленная мощность основных ДЭС составляет порядка 4700 кВт (резервные 700 кВт). По плану на 2018 год выработка составит около 11900 тыс.кВтч. Общие затраты составляют 226572 тыс. рублей, удельные 19.0 руб./кВт ч , а без учета амортизации 202838 тыс. рублей и 17,0 руб./кВтч соответственно. При этом затраты на ДТ составляют 71 % или 160439 тыс. руб.

В работе оценивался проект по замещению ДЭС и установки солнечной электростанции (PV) установленной мощностью 1000 кВт. Основные показатели представлены в таблице 2.

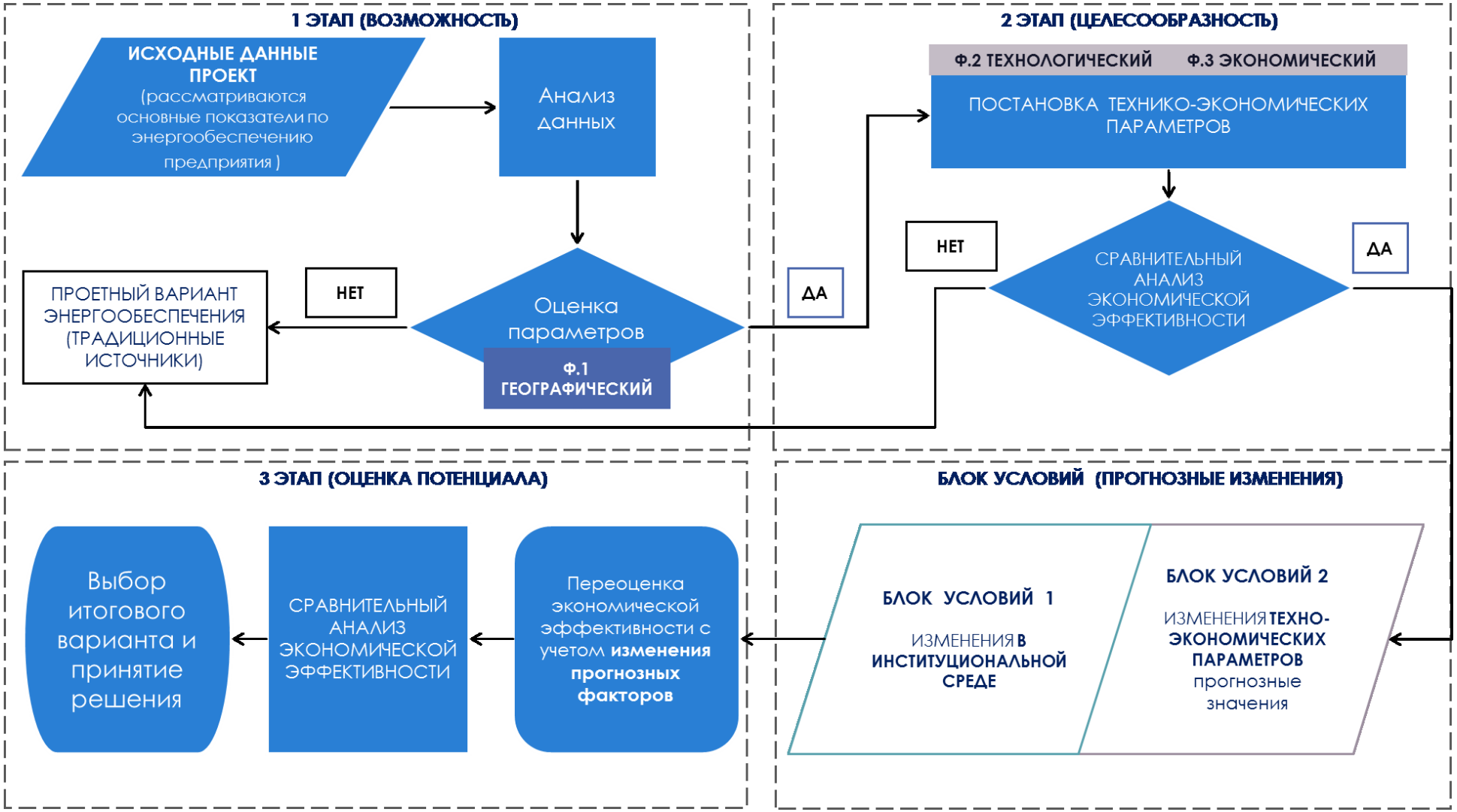

Рис. 1 – Блок-схема модель прогноза экономической эффективности, учитывающую возможные технологические и институциональные изменени

Таблица 1

Основные показатели проекта замещения ДЭС и установки солнечной электростанции установленной мощности 1000 кВт , с учетом применения разработанной модели

Показатель	Базовый сценарий	Блок условий 1	Блок условий 2	
		Базовый +Налог на CO2	Базовый + прогноз на 2022 г.	Прогноз на 2022 г. + Налог CO2
Мощность установки , кВт	1000	1000	1000	1000
КИУМ, %	15,40%	15,40%	15,40%	15,40%
Выработка в год, кВт-ч	1330,56	1330,56	1330,56	1330,56
Замещение ДЭС, %	11,16%	11,16%	11,16%	11,16%
Снижение потребления ДТ , т	471,32	471,32	471,32	471,32
Сокращение выбросов CO2, т	1023,70	1023,70	1023,70	1023,70
Экономия затрат на ДТ, тыс. руб.	18852,7	18852,7	18852,7	18852,7
Сокращение удельных затрат, %	-9,45%	-13,18%	-9,45%	-13,18%
Налог на С02	-	15	-	15
Обязательное сокращение CO2	-	10%	-	10%
Экономия от налога на CO2	-	7876,3	-	7876,3
Выполнения требования по сокращениям, %	-	111,63	-	111,63
Сумма капитальный затрат, тыс. руб.	198318,10	198318,10	141739,11	141739,11
Сумма эксплуатационных затрат, тыс. руб	17370,83	17370,83	11580,56	11580,56
ЧДД, тыс руб.	3484,07	49193,81	25229,03	59287,62
ИД	1,02	1,25	1,36	1,84
Срок окупаемости дисконтированный, лет	11,34	7,53	5,65	4,15
ВНД %	12,08%	18,88%	26,71%	36,35%
Ставка дисконтирования, %	11,5%	11,5%	11,5%	11,5%

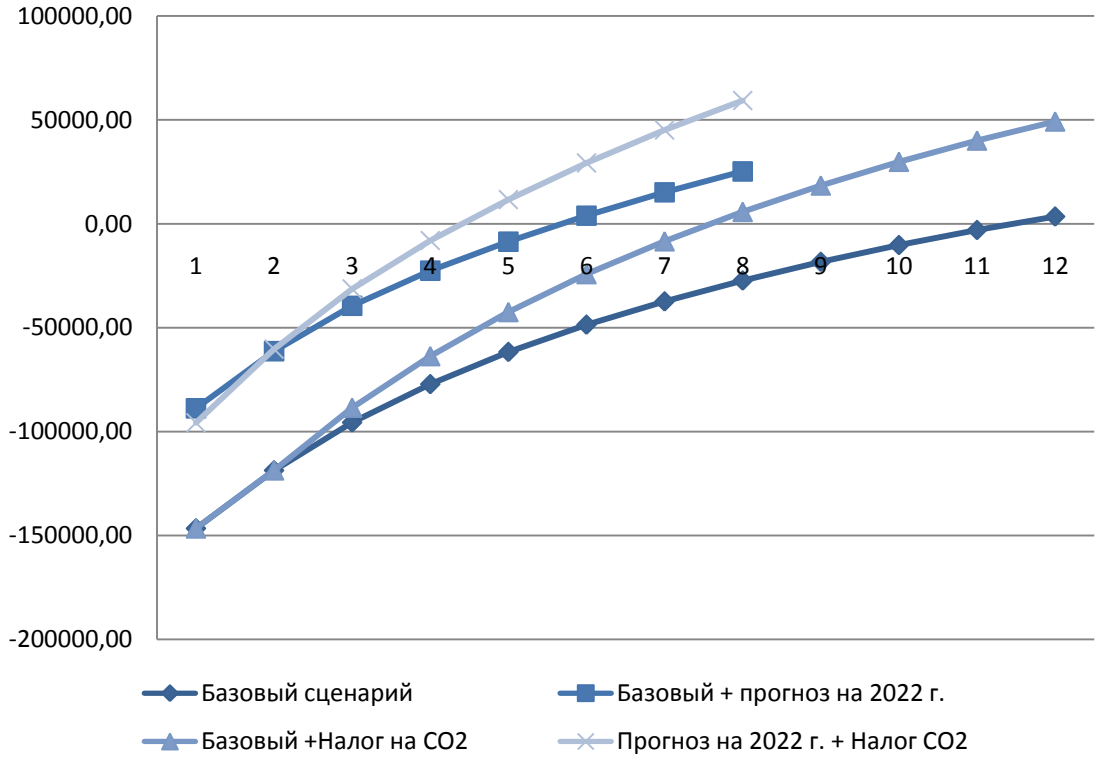

Рис. 2 – Показатели ЧДД по проекту при различных сценариях, тыс. руб.

Для расчета устойчивости показателей эффективности проекта был произведён анализ чувствительности, по результатам которого были определены основные параметры и их критические значения, определяющие технико-экономическую целесообразность использования ВИЭ для безопасного и энергоэффективного обеспечения электроэнергией удаленных промышленных объектов.

Предлагаемая модель позволяет производить региональную оценку потенциала замещения дизельных электростанций. Так, например, в Хабаровском крае добычу драгоценных и цветных металлов осуществляет 21 предприятие в том числе: 5 предприятий ведущих добычу рудного золота, 13 россыпного, 1 предприятие добывающее платину и 2 предприятия ведущие разработку оловорудных месторождений.11 предприятий используют ДЭС для обеспечения жизнедеятельности своих объектов. В год суммарный расход ДТ составляет около 70 тыс. т, а это примерно 145 тыс. т CO_2 эквивалента.

При внедрении от 10 до 20 % ВИЭ расход ДТ сократится на 6,7-13,4 тыс. т, что в переводе на CO_2 составляет порядка 14,5-29 тыс. т CO_2 эквивалента. Экономия затрат на ДТ (при цене от 38 до 48 тыс. руб. за т) составит около 288 – 577 млн. рублей.

При широкомасштабном внедрении ВИЭ на территории Дальнего Востока в состав систем энергообеспечения объектов горой промышленности с процентом замещения в 15-20 %, можно достичь заметных результатов по сокращению выбросов ПГ, при этом предприятия значительно сократят затраты на электроэнергию.

Библиографический список

1. Стройков Г.А. Налог на выбросы CO2 как драйвер развития рынка возобновляемых источников энергии // Научный форум: экономика и менеджмент. – 2017. – 5 (7) . – С. 71-77.
2. Елистратов В.В. Возобновляемая энергетика. СПб, Изд-во Политехнического университета, 2016, – 417 с.
3. Проскурякова Л.Н., Ермоленко Г.В. Возобновляемая энергетика 2030: глобальные вызовы и долгосрочные тенденции инновационного развития. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2017. – 96 с.
4. NEDRADV-новостной портал о недропользовании [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://nedradv.ru/)
5. ТАСС «Дальний восток: энергетика роста», ПАО «РусГидро» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://tass.ru/rushydro-dv/energetikadv/2181563).
6. Возобновляемая энергетика: официальная статистика от IRENA, 31.03.2017 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://renen.ru/renewable-energy-official-statistics-from-irena/)
7. Ангелина Давыдова Парниковые газы вписывают в закон // Коммерсант. 01.03.2017 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.kommersant.ru/doc/3229089)

References

1. Stroikov G.A. CO2 tax as driver of development of the renewable energy market // Scientific forum: Economics and Management. – 2017. – 5 (7). – p.71-77

2. Elistratov V.V. Renewable energy. SPb, Publishing house of Polytechnic University, 2016, – 417 p.

3. Proskuryakova L.N., Ermolenko G.V. Renewable energy 2030: global challenges and long-term trends of innovative development. Nat. Issled. University Higher School of Economics. – Moscow: NIU HSE, 2017. – 96 p.

4. NEDRADV-news portal on subsoil use [Electronic resource] – Access mode: http://nedradv.ru/)

5. TASS «Far East: energy growth», PJSC «RusHydro» [Electronic resource] – Access mode: http://tass.ru/rushydro-dv/energetikadv/2181563)

6. Renewable energy: official statistics from IRENA, March 31, 2017. [Electronic resource] – Access mode: http://renen.ru/renewable-energy-official-statistics-from-irena/)

7. Angelina Davydova Greenhouse gases fit into the law // Kommersant March 1, 2017 [Electronic resource] – Access mode: https://www.kommersant.ru/doc/3229089)